VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 11

RUKIIN TALVEHTIMISEN JA SEN JUURIEN VENYVYYDEN JA VENYTYSKESTÄVYYDEN VÄLISESTÄ SUHTEESTA

EDELTÄVÄ TIEDONANTO

P. KOKKONEN

HELSINKI 1927
VALTIONEUVOSTON KIRJAPAINO

Sisällysluettelo

	Siv.
Johdanto	5
I. Tutkimusmenetelmä	7
II. Juurimuodot	11
III. Juurien kehityskaudet	14
IV. Eri ruislaatujen talvehtimisesta	22
V. Juurien venyvyys	25
VI. Juurien venytyskestävyys	32
IIV. Katsaus eri ruislaatujen talvehtimisen ja niiden juurien venyvyyden ja venytyskestävyyden väliseen suhteeseen	33
Taulujen selitys	35

3493—27

I. Johdanto.

Seuraavassa tehdään etupäässä kirjallisuuden[1]) mukaan pääkohdittain selvää keltaruosteen *(Puccinia glumarum)* morfologisista ja biologisista ominaisuuksista, sikäli kuin ne tähän asti ovat tunnetut. Yksityiskohtainen aikaisempien tutkimustulosten varteenotto tapahtuu kunkin myöhemmin käsiteltäväksi joutuvan erikoiskysymyksen yhteydessä.

Keltaruoste elää vehnässä, ohrassa, rukiissa ja sitäpaitsi useissa villeissä heinissä, meillä erikoisesti nurminadassa *(Festuca elatior)*.

Keltaruosteesta tunnetaan, samoinkuin mustasta ruosteesta ja sarviruosteesta, useita n. s. »biologisia lajeja» eli »formae speciales», kuten kevät- ja syysvehnältä f. sp. *tritici*, rukiilta f. sp. *secalis*, ohralta f. sp. *hordei*, rantavehnältä f. sp. *elymi* ja juolavehnältä f. sp. *agropyri* (Eriksson 1910). Hungerford ja Owens (1923) ovat *P. glumarum tritici*stä lisäksi erottaneet biologisia rotuja samoinkuin Stakman (1917) y. m. mustasta ruosteesta. Käsillä oleva tutkimus kohdistuu keltaruosteeseen kevätvehnässä.

Vehnän keltaruoste tunnetaan lähes kaikkialta, missä vehnää viljellään, erikoisesti Euroopasta, Intiasta ja Etelä-Afrikasta. Amerikasta siitä on varmoja tietoja vasta viimeisen vuosikymmenen ajalta.

Keltaruosteen kesäitiö- (uredo-)asteen on tieteellisesti ensimmäisenä selvittänyt Schmidt vuonna 1819 (Eriksson & Henning 1894, s. 11). Talvi-itiö- (teleuto-)asteen, jonka Henslow v. 1841 ensiksi havaitsi, kuvasi Örsted tarkoin v. 1863. Sen jälkeen kävi laji *Puccinia rubigo-veran* (de C.) Wint.-nimisenä, kunnes Eriksson & Henning (1894, s. 11 ja 1896, s. 145) osoittivat, että täten nimitettyyn sienilajiin itse asiassa kuului kaksi eri lajia, joista toinen on varsi-

[1]) Eriksson & Henning 1894 ja 1896; Eriksson 1896 ja 1910; Rostrup 1902; Klebahn 1904; Liro 1908 ja 1924 b; Sorauer 1909 ja 1923; Henning 1909 ja 1919; Beauverie 1913; Hecke 1915; Kirchner 1916; Migula 1917; Molz 1917; Zimmermann 1925.

varsinkin niiden venyvyys, ehkä ovat yhteydessä toistensa kanssa. Maan jäätyessä suurenee maan volyymi ja siinä olevat juuret joutuvat suuremman tai pienemmän venytyksen alaisiksi. *Näytti mahdolliselta, että sellaisilla kasveilla, jotka talvehtivat hyvin, on myös juurien venyvyys suurempi kuin sellaisilla, jotka talvehtivat huonosti.*

Seuraavassa esitetään edeltävän tiedonannon muodossa päätulokset tähänastisista, kyseessäolevan seikan selvittämiseksi tekemistäni tutkimuksista.

Tämän tutkimuksen suorittamiseksi Maatalouden koetoiminnan Keskusvaliokunta on antanut avustusta Smk. 20,000: — ja ottanut tutkimustulokset julkaisu sarjaansa, josta kaikesta lausun parhaimmat kiitokseni.

I. Tutkimusmenetelmä.

1. Tutkimusaineisto. — Kokeiluaineistoksi valittiin neljä ruislaatua nim. Petkus (saksalainen jaloste), Jalostettu Vaasan ruis (Svalöfin jaloste), Ostolan maatiaisruis ja Iisalmen maatiaisruis. Seuraavassa nimitetään niitä lyhyesti: Petkus, Vaasan ruis, Ostolan ruis ja Iisalmen ruis. Laatuja on kasvatettu Valtion Maatalouskoelaitoksella Tikkurilassa muutamia vuosia ja niistä on samalla tehty talvehtimishavaintoja. Maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosaston toimesta kasvatettiin talvella 1925—26 sanotut laadut valmistavissa kokeissa rinnakkain, jolloin ne saivat talvehtimiskyvylleen seuraavat arvot (toht. Vilho A. Pesolan muk.):[1]

Petkus	7.4
Vaasan ruis	7.7
Ostolan ruis	8.8
Iisalmen ruis	9.8

Iisalmella kasvatin kotitilallani edellämainittuna talvena myös 3 näistä ruislaaduista rinnakkain ja ne saivat samojen laskuperusteiden mukaan seuraavat talvehtimisarvot (omat havainnot):

Petkus	1.8
Vaasan ruis	4.5
Iisalmen ruis	10.0

Tutkittavien kasvien kasvattamista varten sain Helsingin yliopiston kasvitieteellisestä puutarhasta käytettäväkseni paikan, johon mainitut laadut kylvettiin elokuun 20 p:nä 1926. Kaikki neljä laatua kasvoivat syksyllä aivan yhtä hyvin, joten laihon rehevyydessä ei voinut laatujen välillä huomata mitään erotusta. Kontrollin vuoksi oli tärkeätä, että onnistuin saamaan samoista

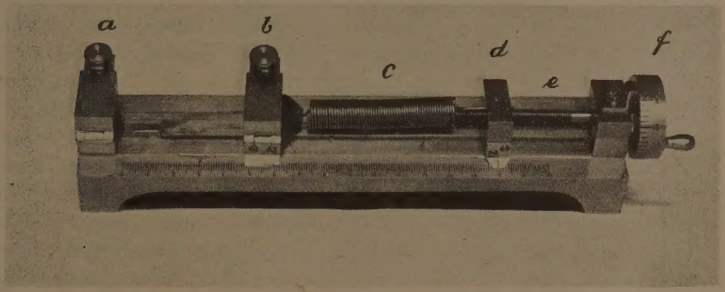
[1]) Talvehtimisarvo on saatu seuraavasti: syksyllä arvioidaan laihon rehevyys (tiheys) 10-asteikkoa käyttäen eri ruuduilla ja lasketaan keskiarvo. Keväällä lumen sulamisen perästä arvioidaan laiho saman asteikon mukaan ja lasketaan keskiarvo. Näin saatu keskiarvo kerrotaan 10:llä ja tulo jaetaan syksyllä saadulla keskiarvolla, jolloin saadaan talvehtimiskyky.

laaduista edellämainitun kasvinjalostusosaston toimesta Tikkurilassa kasvatettua aineistoa, joka myöskin yleispiirtein oli kehittynyt jotenkin tasaisesti. Kasvupaikasta on huomautettava, että kasvitieteellisessä puutarhassa oleva maa oli moreeniluontoista sekamaata ja Tikkurilassa taas puhdasta savea. — Venytyskokeet aloitettiin lokakuun 10 p:nä ja ne jatkuivat vähäisiä väliaikoja lukuunottamatta maan sulanaoloajan aina joulukuun alkuun. Näin saadut tulokset kuvastavat rukiin juurien venyvyyttä ennen maan jäätymistä. Talvella maan jäässä ollessa alettiin venyttäminen helmikuun alussa ja sitä jatkui maaliskuun loppuun ja osittain huhtikuun alkupuolelle. Näistä saadut tulokset osoittavat, miten juurien venyvyys on säilynyt routineessa maassa. Huhtikuun lopussa aloitettiin uusi sarja venytystutkimuksia, jolloin tarkastettiin venyvyyttä heti maaroudan sulamisen perästä. Kuitenkaan nämä näin saadut tulokset eivät osittain ole oikein hyvin verrannollisia, sillä venytystä ei voitu tehdä aivan heti maan sulamisesta kaikilla laaduilla, vaan osa siirtyi myöhemmäksi, jolloin jo rouste on ehtinyt jonkin verran vaikuttaa myöhempien juurien venyvyyteen. Toukokuun puolivälissä, jolloin rousteen muodostuminen on katsottava keväällä vuonna 1927 lakanneen, aloitettiin uusi sarja venytyksiä, joiden tarkoituksena oli osoittaa, millainen juurien venyvyys on maaroudan sekä pintaroudan vaikutuksien lakattua. Myöhemmin kesällä, nimittäin heinäkuun alussa ja elokuun alussa, tehtiin vielä kaksi venytysmittaussarjaa, joilla tahdottiin selvittää, miten juurien venyvyys muuttuu rukiin kasvukauden loppuaikana.

Kesällä 1926 tutkittiin myös juurien venyvyyttä kevätviljalla, siitä syystä, että tahdottiin tietää, kuinka kevätviljan juurien venyvyys suhtautuu syysviljan juurien venyvyyteen. Tätä varten kylvettiin 5 p:nä kesäkuuta 1927 kolme ohra- ja kolme kauralaatua sekä ruista vertailua varten. Rukiista otettiin kaksi äärimmäistä laatua, nimittäin Petkus ja Iisalmen ruis sekä lisäksi aivan äskettäin Metsätieteelliseltä koelaitokselta saatu n. s. kaskiruis, josta tiedettiin, että se on erittäin hyvä talvehtimaan ja että sitä on viljelty läpi vuosikymmenien vain kaskissa. Näistä suoritettiin venytysmittauksia heinäkuun alussa ja elokuun alussa.

2. *Venyvyyden ja venytyskestävyyden mittaaminen.* — Venyvyyden ja venytyskestävyyden mittaamista varten oli tarpeen suunnitella kone. Aikaisemmin ei tällaisia koneita tietääkseni ole ollut olemassa. Koneen suunnittelussa piti pitää silmällä sitä, että mittaukset voi suorittaa mahdollisimman nopeasti ja että samalla koneella voidaan tyydyttävästi määrätä sekä venyvyyden

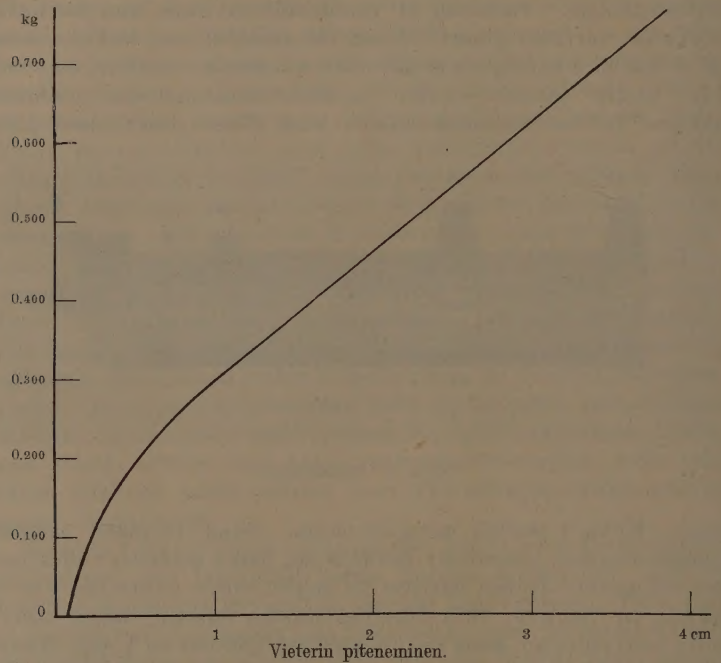
suuruus että venytykseen tarvittava voima. Suurinta vaikeutta tässä koneessa tuotti juurien kiinnittäminen. Eihän juuri saanut kiinnityksessä särkyä, sillä silloin olisi tulos ollut epävarma ja virheellinen. Kiinnityksen täytyi siis olla sellainen, että se ei rikkonut juurta, mutta ei myöskään antanut juuren solua, ei ainakaan suuressa määrässä. Samoin oli voimanmittauksen toteuttaminen vaikea, ja lopulta täytyi tyytyä teräsvieterin tarjoamaan mittaustapaan. Tämähän ei voimanmittauksissa, kun on kysymyksessä verraten pienet voimat, ole absoluuttisen tarkka, mutta se tarjosi niin suuria etuja mittauksen nopeuden suhteen, että voitiin tinkiä jonkin verran tulosten tarkkuudesta. (Koneen rakensi valtion hienomekaaninen paja Helsingissä; hinta 1,050



Kuva 1. Mittauskone.

mk.). Kuva 1 esittää mittauskonetta. Siinä nähdään toisessa päässä alustaan kiinnitetty puristin (a), jonka leukojen väliin juuren voi asettaa. Toinen puristin (b), johon juuren toinen pää kiinnitetään, on liikkuva. Sitä liikuttaa alustan toiseen päähän kiinnitetty ruuvilaite (e), jossa ruuvin kierteen korkeus on 1 mm. Ruuvi liikuttaa ensin luistinta (d), joka kulkee samoissa uurnissa kuin liikkuva puristinkin. Tämän luistimen ja liikkuvan puristimen välillä on sitten vieteri (c), joka mittaa venytykseen tarvittavan voiman. Alustan alle on valettu n. 3 kg:n painoinen lyijylaatta antamaan tukea koneelle, jottei se venytystä toimitettaessa siirry puoleen eikä toiseen. — Molemmissa puristimissa oli aluksi sekä ylä- että alaleuka päällystetty kumilla, mutta lujissa juurissa tämä ei antanut tarkkaa tulosta, sillä kumin reuna ei kyennyt puristamaan juurta kylliksi lujaan. Myöhemmin käytettiin alaleuassa kumialustaa ja yläleuassa kuparialustaa, johon oli laitettu hampaat niin, että ne takasivat, ettei juuri siirry leukojen puristaessa. Tällainen leuka oli käytännössä erittäin hyvä ja ta-

kasi tyydyttävän tarkkuuden venytetyn osan pituudelle. — Vietereitä käytettiin useita, vaikkakin rukiissa riitti koko ajan sama vieteri. — Alustan reunassa on senttimetriasteikko, josta luettiin molempien liikkuvien osien puristimen ja luistimen asennot, joista molemmista saatiin noniuksen avulla $^1/_{10}$ millimetriä ja tarkempikin lukema. Asteikko on niin asetettu, että siitä saadaan luetuksi helposti puristimen väli $^1/_{10}$ mm:n tarkuudella.



Kuva 2. Vieterin pitenemiseen tarvittava voima kg:ssa.

Kuva 2 osottaa rukiissa käytetyn vieterin venytyksen ja tarvittavan voimamäärän välistä suhdetta syksyllä suoritetuissa mittauksissa. Jokaista mittaussarjaa varten tarkistettiin aina vieteri.

Ennen juurien venytystä toimitettiin juurien *paksuusmittaus* mikroskoopilla mikrometriokulaaria käyttäen. 2 cm:n pituudella, jolla suoritettiin venytys, tehtiin neljä paksuusmittausta, joista sitten laskettiin keskiarvo.

Juurien venyvyys mitattiin siten, että aikaisemmin mainittujen leukojen väliin kiinnitettiin venytettävästä juuresta 2 cm:n pituinen osa, jonka läpimitta oli aikaisemmin mitattu, niin että

toisten leukojen väliin puristui 1 cm:n pituudelta juurta tyvestä lukien. Täten venytettiin juuren tyvestä laskien 1 ja 3 cm:n välinen 2 cm:n pituinen juuren osa. Leukoja kiristettäessä pidettiin juuri niiden välissä löyhällä siksi, kunnes kiristys oli riittävä, jonka jälkeen juuri oikaistiin työntämällä liikkuvaa puristinta ulommaksi. Tämän jälkeen viimeksimainittuun puristimeen kiinnitetystä noniosta luettiin leukojen välinen matka, jonka jälkeen alettiin venyttäminen pyörittämällä kampia (kuva 1 f). Samalla seurattiin liikkuvan leuan siirtymistä, siksi kunnes juuri katkesi, jolloin samalla luettiin asteikosta leuan katkeamisasento ja siten saatiin venytyksen pituus. Samalla kun juuri katkesi, pysäytettiin kampi ja liikkuvasta luistimesta (kuva 1 d) luettiin, kuinka paljon se oli venytyksen yhteydessä siirtynyt, josta lukemasta vähentämällä liikkuvan leuan viimeinen lukema saatiin vieterin venytyksen suuruus, josta vieterille lasketusta taulusta voitiin ottaa vastaava kilomäärä.

Muut juuritutkimukset. Tutkimusten alussa syksyllä 1926 ei luultu tarvittavan mitään havaintoja juurien ulkoisesta ja sisäisestä rakenteesta. Mutta jo talvella huomattiin seikkoja, jotka pakottivat ottamaan tämänkin puolen tutkimuksen alaiseksi. Talvella samoin kuin myöhemminkin koottiin jokaisesta venytyssarjasta aineistoa anatomista tutkimusta varten. Syksyllä 1926 ei mikroskooppinen tutkimusmateriaali tullut niin täydelliseksi, kuin olisi ollut toivottava, mutta se täydennettiin syksyllä 1927.

Keväällä huhtikuussa tehtiin versojen ja juurien talvehtimista koskevia havaintoja ja näistä otettiin myöhempää tutkimusta varten tarpeellinen materiaali spriihin.

Toukokuussa oli tutkimusmenetelmä lopullisesti kehittynyt, jolloin myös aloitettiin juurien ulkomuotoa ja osittain sisäistä rakennetta koskevat tilastolliset tutkimukset, jotta saataisiin tietoja juuristojen laadusta kasvukauden eri aikoina.

Juurien poikkileikkaukset kuvattiin mikrovalokuvauksella.

II. Juurimuodot.

Viljakasvien juuret on kirjallisuudessa tavallisesti jaettu itämis- eli siemenjuuriin, välijuuriin ja latvajuuriin, joihin viimeksimainittuihin on silloin luettu myöhäisjuuret (Adventivwurzel).[1] On myös mainittu, että osa myöhäisjuurista kehittyy tyveltään

[1] Vert. Grotenfelt, G. Peltokasviviljelys. Porvoo 1925 s. 25 ja Schindler, Franz. Handbuch des Getreidebaus. Berlin 1923 s. 22, y.m.

jäykiksi, paksuiksi tukijuuriksi muutamilla vehnälaaduilla, kevätrukiilla ja eräällä kauralaadulla.[1])

Suorittamieni juurien laatua koskevien tutkimusten mukaan ei edellä mainittu juurien jaoitus vastaa todellisia oloja. Juurien jaoituksessa on mielestäni otettava huomioon juuren syntyaika ja -paikka, ulkoinen ja sisäinen rakenne sekä tarkoitus. Kasvukauden eri aikoina syntyneillä juurilla on eri syntypaikka, siten että vanhimmat juuret ovat aina alempana ja nuorimmat ylimpänä. Juurien ulkomuotoon vaikuttavat suuresti kasvukauden eri aikoina vallitsevat olosuhteet, jotka ovat hyvin erilaisia, kuten syysviljalla talvi- ja kesäkausi. Sisäinen rakenne vaihtelee myös pääasiallisesti kasvin tarpeitten mukaan.

Tässä mainitut seikat huomioon ottaen voidaan rukiin (ja myös muiden viljalajien) juuret tutkimusteni mukaan jakaa neljään ryhmään:[2])

1) Itämis- eli siemenjuuret.
2) Ravintojuuret.
3) Ravinto-tukijuuret.
4) Tukijuuret.

Itämisjuuret syntyvät siemenen itämisessä. Ne ovat pehmeitä, taipuvia, hyvin ohuita (0.12—0.30 mm) ja täysin muodostuneina verraten haaraisia. Tavallisesti ne ovat tyvestä ohuempia kuin alempaa. Niiden syntypaikkana on alkiovarren alapää. Niiden luku vaihtelee rukiilla 4—6.

Itämisjuuren poikkileikkauksesta (taulu I, kuva 1) huomataan, että keskusjänteessä on tavallisesti yksi iso putkilo ja sen ympärille ovat säteittäisesti sijoittuneet putkilo- ja siiviläosat, vaikka niitä ei kuvassa voi erottaa toisistaan.

Ravintojuuret alkavat muodostua jonkin aikaa itämisen jälkeen ja keväällä niin kauan kuin korsi ei vielä ole erityisen pitkä. Ne ovat pehmeitä, velttoja, taipuvia, tasavahvuisia, paksunpuoleisia (0.3—0.9 mm) juuria, joilla on paljon juurihaaroja ja jotka ovat pitkiä (40—60 cm). Niiden syntypaikka juuristossa on ylempänä kuin itämisjuurien. Ravintojuurien poikkileikkauksessa (taulu I, kuva 2) on suurien putkiloiden luku tavallisesti suurempi kuin 3, joista kukin näyttää kuuluvan yhteisesti kahteen putkilo-osaan. Näiden juurien erikoisena tehtävänä on kuljettaa ravinto-

[1]) Kraus, C. Die Lagerung der Getreide. Stuttgart 1908. S. 135.
[2]) Vert. Rimbach, A. Beiträge zur Physiologie der Wurzeln. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XVII. Berlin 1899.

aineita kasvin kasvamista ja kehittymistä varten. Ravintojuurien luku vaihtelee paljon (10—50).

Ravinto-tukijuuret syntyvät keväällä, silloin kuin korsi alkaa runsaammin kasvaa pituutta (vuonna 1927 keväällä toukokuun lopulla ja kesäkuun alussa). Ne syntyvät edellisiä ylempänä, korren alanivelissä. Tyvestä nämä ovat paksuja, tiheästi juurikarvojen peitossa, mutta ohenevat pian; kärjempänä ne ovat haaraisia ja verraten pitkiä. Tyviosa 0.5—2 cm:n matkalta on jäykkä, tikkumainen, alempi osa pehmeä, taipuva. Juurien jäykän osan poikkileikkaus (taulu I, kuva 3) eroaa ravintojuurien poikkileikkauksesta vain siinä, että juurikuoren ulkoiset (perifeeriset) osat ovat muodostuneet paksukettoisista soluista, joista johtuu juurien jäykkyys ja tikkumaisuus. Juurien pehmeän osan poikkileikkaus on aivan samanlainen kuin ravintojuurilla. Juurien tarkoituksena on sekä ravinnon kuljetus että korren tukeminen.

Tukijuuret ovat lyhyitä, jäykkiä, paksuja. Niitä alkaa kehittyä vähän ennen tähkimistä ja tätä kehittymistä jatkuu aina viljan kypsymiseen asti. Ne ovat sijoittuneet juuristossa ylimmäksi, jopa suuri osa voi olla maanpinnan yläpuolella olevissa korsisolmuissa, ei kuitenkaan enempää kuin 3—4 cm maanpintaa ylempänä. Ne kasvavat kaartaen maata kohti ja ovat erittäin paksuja (1—2.2 mm) ja jäykkiä. Jäykän osan pituus vaihtelee 3:n ja 6 cm:n välillä, sen alapuolella ohenee juuri hyvin nopeasti ja muuttuu varsinkin maan sisälle muodostuneissa tukijuurissa rakenteeltaan ravintojuurien laiseksi, kuitenkaan ei läheskään niin pitkäksi. Värikin niillä saattaa vaihdella; yläpuolella maanpintaa on vihreitä, vaalean vihreitä tai keltaisia ja maanpinnan alapuolella taas vaaleita. Tukijuurien kovettunut, maanalainen osa on tiheästi juurikasvojen peitossa, joiden avulla se erityisen lujasti kiinnittyy maahan. Juurien sisäinen rakenne (taulu I, kuva 4) eroaa kokonaan edellisistä. Keskusjänne ei ole niin vahvarakenteinen, eikä siinä ole suuria putkiloita poikkileikkauksen pinta-alan suhteen niin lukuisasti kuin ravitsemisjuurissa. Keskusjänne on muuttunut suhteellisen heikoksi. Mutta sen sijaan kuoren ulkoinen osa on vuorostaan muodostunut kokonaan vahvakettoisista soluista, josta johtuu juuren ominainen lujuus ja jäykkyys. Juuret ovat yleensä hyvin lyhyitä, osa niistä ei pääse ollenkaan maahan. Ne, jotka ulottuvat maahan, saattavat maan sisässä juuren pehmeissä osassa kehittyä haaraisiksi. Näiden juurien tehtävänä on tukea kortta. Niiden luku vaihtelee erittäin suuresti (10—60).

III. Juurien kehityskaudet.

Tarkastettaessa rukiin juuristoa kasvukauden eri aikoina huomataan juurissa kasvukauden mukaan selvästi suuria eroavaisuuksia. Jos ei oteta huomioon aivan vähäisiä muutoksia ja vaihteluita, vaan tärkeimmät ja pitempänä ajanjaksona pysyvät ominaisuudet, voidaan juuristojen kehityksessä huomata neljä eri kautta:

1. syyskausi,
2. talvikausi,
3. kevätkausi ja
4. kesäkausi.

Syyskautena on kehityksen päämääränä saada kasvi mahdollisimman kestäväksi talven vaikutusta vastaan.

Talvikautena juurien toiminta on keskeytyneenä juurien jäätymisen vuoksi, joten mitään elollisia muutoksia juuressa ei tavata. Routimisesta maassa ja juuressa olevan veden jäätymisestä saattaa juuressa aiheutua mekanisia voimia, joilla voi olla tuntuva vaikutus juuren muotoon ja rakenteeseen.

Kevätkausi on kiihkeää kasvutoimintaa. Silloin juuret kasvavat erityisen nopeasti. On huomattu, että juuri voi kasvaa yhden vuorokauden kuluessa 3 à 4 cm ja ylikin. Katkenneet juuret alkavat myös kehittää uusia sivuhaaroja. Kevätkautena uusiintuu juuristo kokonaisuudessaan niin, että se laadultaan on toisenlainen kuin syksyllä.

Kesäkautena kasvaa etenkin tukijuuria, joiden tehtävänä on tukea kortta. Muuten ei juurissa enää tapahdu erityisen nopeaa pituuskasvua.

Edelläsanotut kaudet erottuvat toisistaan joko jyrkemmin tai vähitellen muuttuen. Syyskauden ja talvikauden välillä tapahtuu muutos tavallisesti erittäin nopeasti. Maa voi äkkiä jäätyä, jolloin myös juuret jäätyvät ja kasvin elintoiminta lakkaa. Talvikauden ja kevätkauden vaihdos on verraten hidas, joten väliaika on usein verraten pitkä, mikä aiheuttaa paljon vahingollisia muutoksia juuristossa. Varsinkin on huomattava yökylmien aiheuttaman rousteen vahingollinen vaikutus. Kevätkauden ja kesäkauden välillä ei ole erityisen jyrkkää eroa, vaan muutos tapahtuu vähitellen.

Syyskauden juuret. — Syyskauden juuret ovat pehmeitä, taipuvia, väriltään vaaleita tai hiukan kellahtavia. Niistä on 4—6 itämisjuurta, loput ovat ravintojuuria.

Puhtaasti ulkomuodon perusteella voidaan syyskauden juuret jakaa neljään luokkaan.

1. Aivan nuoria, kasvavia, valkeita juuria, joilla on vain tyviosassa juurikarvoja, muun osan ollessa paljas. Juuri on tyveltään paksu (0,5—0,9 mm), mutta ohenee hyvin nopeasti. Pituus hyvin vaihteleva (0,5—10 cm). Kaikki nämä ovat nuoria ravintojuuria.

2. Tähän luokkaan kuuluvat juuret, jotka ovat notkeita, vähän keltaisempia kuin edelliset, yläosastaan jotenkin runsaasti haarautuneita ja karvaisia, samoin kuin ne ovat yläosastaan paksumpia (0,4—0,8 mm) ja ohenevat latvaan mennessä. Nämä ovat vanhempia kuin ensimmäisen luokan juuret, josta syystä ne ovat myöskin paljon pidempiä (6—20 cm). Nämä ovat muodoltaan ravintojuuria.

3. Juuret ovat ohuita (0.3—0.5 mm), jotenkin tasavahvoja, vaaleankeltaisia, taipuvia; haaraisuus on verraten runsas. Juurien pituus saattaa nousta yli 30 cm:n. Iältään nämä juuret ovat vanhempia kuin edellisen luokan juuret. Tämän luokan juuret ovat vanhimmat ravintojuuret.

4. Juuret ovat ohuita (0.15—0.3 mm), vaaleankellahtavia, taipuvia, hyvin haaraisia; pituus 10—20 cm. Tähän luokkaan kuuluu vain itämisjuuria, 4 à 6 kpl.

Juurien luku eri luokissa on vaihteleva. Eri ruislaatujen suhteen ei huomattu näissä havainnoissa mitään erityistä eroitusta.

Talvikauden juuret. — Tämän kauden juurilla on yleensä samat ulkonaiset ominaisuudet kuin syyskaudenkin juurilla, väri on vain hiukan keltaisempi, joten ne voidaan luokittaa samalla tavalla kuin syyskautena. Tässä ei ole syytä toistaa luokitusta, vaan esitetään lyhyesti talven tuomat muutokset. Sisäisessä rakenteessa onkin roudan vaikutuksesta tapahtunut suuria muutoksia. Melkein jokaisen juuren kuorikerros on irtautunut keskusosasta erilleen. Tämä irtautuminen on vanhemmissa ravintojuurissa (taulu II, kuva 4) aivan täydellinen, kun taas nuorissa on irtautuminen vähäistä (taulu II, kuva 2 ja 3), mikä johtunee siitä, että nuorien solujen ketot ovat venyvämpiä kuin vanhempien solujen. Syyskauden vanhemmissa ravintojuurissa onkin talvella kuoren ulompi osa aivan erillään, ainoastaan 1 à 2 kuoren sisimmäistä soluriviä on jäänyt keskusjänteeseen kiinni. Nuoremmissa ravintojuurissa ei kuoriosa talvella ole niin selvästi irti keskuksesta (vert. taulua II, kuvia 2—3). Itämisjuuret (taulu II, kuva 1) näyttävät parhaiten kestävän roudan vaiku-

tuksen, sillä niissä vain harvoissa juurissa oli kuoriosa irtautunut keskuksesta.

Maaroudan syntyminen aiheuttaa maan volyymin suurenemisen, josta on seurauksena juurien joutuminen suuremman tai pienemmän venytyksen alaiseksi, mikä saattaa usein johtaa kuoriosan katkeamiseen tai myös koko juuren katkeamiseen.

Kevätkauden juuret. — Kevätkauden juuristo on muodostunut itämis- ja ravintojuurista, jotka ovat pehmeitä ja taipuvia. Loppupuolella kevätkautta tulee ravintotukijuuria ja aivan lopulla nuoria tukijuuren alkuja. Syksyllä muodostuneet itämis- ja ravitsemisjuuret ovat keväällä keltaisia, joskus tumman keltaisia. Kaikki keväällä kasvaneet juuret tai juuren osat ovat vaaleita.

Kevällä ovat kehitysolot erittäin vaihtelevat. Kauden alussa aina lämpötilan vaihteluiden mukaan kehitys voi olla toisinaan hidasta toisinaan erinomaisen nopeata. Vielä lisäksi voi sattua yöhalloja, jotka aiheuttavat maan pintaosan routimisen, jolloin juurissa saattaa tapahtua varsinkin katkeilemisia, sillä suurin osa katkenneista juurista, joita tavattiin toukokuussa, johtuu yökylmien aiheuttamasta rousteesta.

Tämän kauden juuret voidaan jaoitella, kuten aikaisemminkin, ulkonäön perusteella kuuteen ryhmään.

1. Tähän kuuluvat kaikki nuorimmat juuret. Ne ovat yleensä vahvatyvisiä, karvaisia ja vaaleita. Ne kasvavat erinomaisen nopeasti, vuorokaudessa noin 3 à 4 cm. Tästä nopeudesta seuraa, että niiden kärkiosa on yleensä hyvin pitkälti kaljua, jota seuraa pitkälti tiheää karvapeitettä. Pituus vaihtelee muutamasta millimetristä 15 cm:iin. Tämän ryhmän juuret ovat ravintojuuria, vain kasvukauden lopulla saattaa tähän kuulua ravinto-tuki- ja tukijuuria. Ravintojuurien poikkileikkaus on ehyt ja siinä on kuoriosa verraten vahva (taulu III, kuva 1).

2. Ulkonäöltään nämä ovat jotenkin samanlaisia kuin edellisessäkin luokassa, mutta juuren yläosa on haaraantunut ja lisäksi keltainen, kun latvaosa taas on vaalea ja kalju taikka karvojen peittämä. Nämä juuret ovat jonkin verran pitempiä kuin edellisen ryhmän juuret. Juuret ovat pääasiallisesti ravintojuuria.

3. Tämä luokka eroaa edellisestä ulkonäöltään siinä, että tyviosassa on pitemmältä vanhaa juurta, joka on erittäin runsaasti haarautunut. Juuri on voinut katketakin talven aikana. Väri on keltainen vanhalla osalla ja uudet osat ovat valkeita. Juuret ovat tyveltään vahvoja, mutta ohenevat hyvin äkkiä,

jonka jälkeen ne ovat tasavahvoja. Juuret ovat yleensä ravinto-juuria, joiden kuoriosa on usein aivan irti (taulu III, kuva 2).

4. Tähän luokkaan kuuluu pääasiallisesti syksyllä muodostuneita juuria, jotka ovat tasavahvoja erittäin runsaasti haarautuneita, väriltään tumman keltaisia, ja joiden kuoriosa on täydellisesti irtautunut (taulu III, 3—4). Juuri voi olla roudan vaikutuksesta katkennut tai siitä on vain kuoriosa katkennut. Yleensä tähän luokkaan kuuluvat juuret ovat ohuita ravinto- tai itämisjuuria.

5. Tähän luokkaan kuuluu pääasiallisesti samanlaisia juuria kuin edelliseenkin, ainoastaan juurien haarautuminen ei ole ollut niin runsas. Juuret ovat joko itämis- tai ravintojuuria.

6. Tähän luetaan kaikki juuret, joissa ei ole huomattu mitään uusia muodostumia tai oikeastaan eloa. Väriltään nämä ovat hyvin tumman keltaisia, tasavahvoja ja jäykän puoleisia. Juuret ovat yleensä ohuita. Yleensä kevätkautena kuuluu tähän luokkaan itämisjuuria.

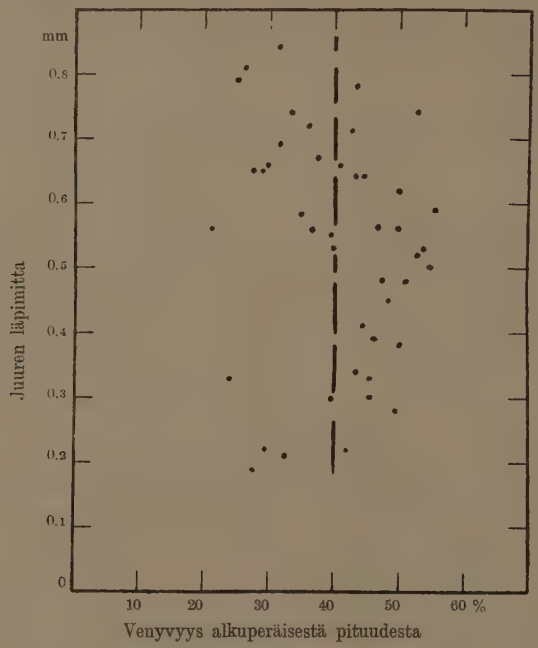
Juurien jakautumisesta edelläoleviin luokkiin mainittakoon että 1:sen luokan juuria on juurien koko luvusta jotenkin puolet, muita juuria esiintyy verrattomasti vähemmän. 3:nnen ja 4:nnen luokan juuria esiintyy jotenkin runsaasti samoin myös 5:nnen luokan. Mitä eri ruislaaduilla tavattuihin eri luokkiin kuuluviin juuriin tulee, niin ilmenee, että maatiaislaaduilla on aina enemmän 3:nnen, 4:nnen ja 5:nnen luokan juuria, kun taas Petkuksella ja Vaasan rukiilla on 6:nnen luokan juuria paljon runsaammin kuin edellisillä maatiaislaaduilla.

Talven vaikutuksesta eri laatuihin oli huomattavissa, että katkenneita juuria oli enimmän Petkuksella, sitten Vaasan rukiilla. Ostolan rukiilla ja Iisalmen rukiilla oli niitä verraten vähän. Muuten talven vaikutus juurien sisäiseen rakenteeseen oli jotenkin samanlainen kaikissa laaduissa.[1])

Kesäkauden juuret. — Kesäkausi voidaan katsoa alkavan rukiin tähkimisajasta ja päättyvän jyvien kypsymiseen. Kesäkauden juuristo on laadultaan hyvin vaihteleva. Alkukaudesta tavataan nuoria tukijuuria, hyvin kehittyneitä ravinto-tukijuuria, suuri joukko ravintojuuria sekä ohuita eläviä ja kuolleita itämis-

[1]) Tässä tulkoon mainituksi, että vehnän juurissa yleensä vielä täydellisemmin kuin rukiissa kuoriosa irtautuu keskuksesta. (Taulu V). Keväällä, kun lumi on sulanut, mutta routa on vielä maassa, ovat vehnän taimet erittäin höllässä, juuren kuoriosan irtautumisen vuoksi. Ne voi varsin helposti nyppiä (nyhtää) pois maasta, jolloin juurien kuoriosa jää maahan ja tainta seuraa vain juurien keskusjänteet ja niiden ympärillä joku solurivi kuorta.

juuria. Kesäkauden lopulla taas suuri joukko paksuja, kovia ja jäykkiä tukijuuria, erityisen runsaasti ravinto-tukijuuria, verraten runsaasti ravintojuuria, jotka ovat jo tulleet joustaviksi sekä jonkin verran jäykiksi sekä suurimmaksi osaksi kuivettuneita ja kuolleita itämisjuuria.

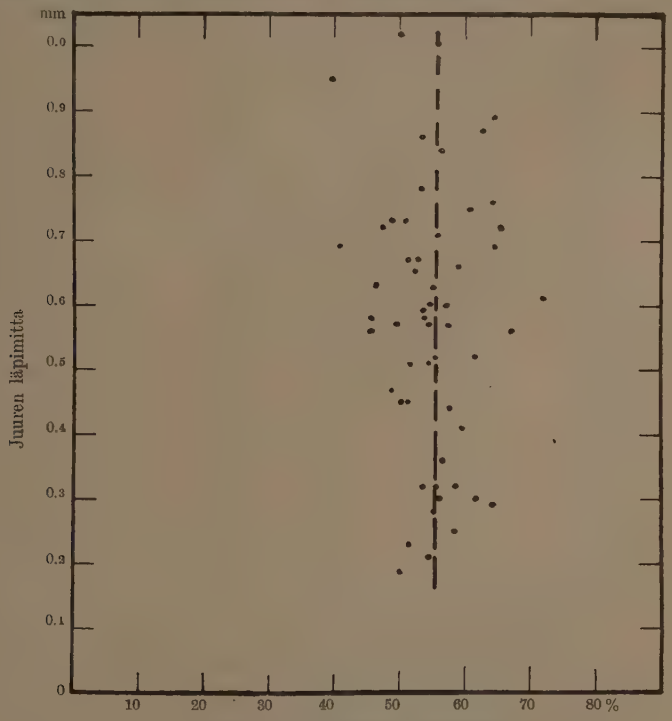


Kuva 3. Petkuksen juurien venyminen syksyllä (kasvitieteellisessä puutarhassa kasvatettu aineisto = Y.).

Kesäkautena rukiin rakenne jo edellyttää toisenlaista maahan kiinnittämistä kuin edellisinä kausina, jolloin ei varsinaista kortta vielä ollut tai se oli vielä verraten lyhyt. Sen sijaan kesäkautena on rukiinkorsi tullut täysikasvuiseksi ja pitkäksi, joten se taipuessaan synnyttää juuristossa voimia, joiden vastustamiseksi täytyy muodostua aivan erilaisia juuria kuin aikaisemmin, nim. tukijuuria.

Juurien ulkonäössä tavataan tällä kaudella suurempia eroavaisuuksia kuin edellisillä. Voitaisiin erottaa kaksi ryhmää, joista toinen käsittäisi jäykät, tikkumaiset juuret ja toinen taipuvat, pehmeät juuret. Kun kuitenkin edellisissä voidaan, samoin

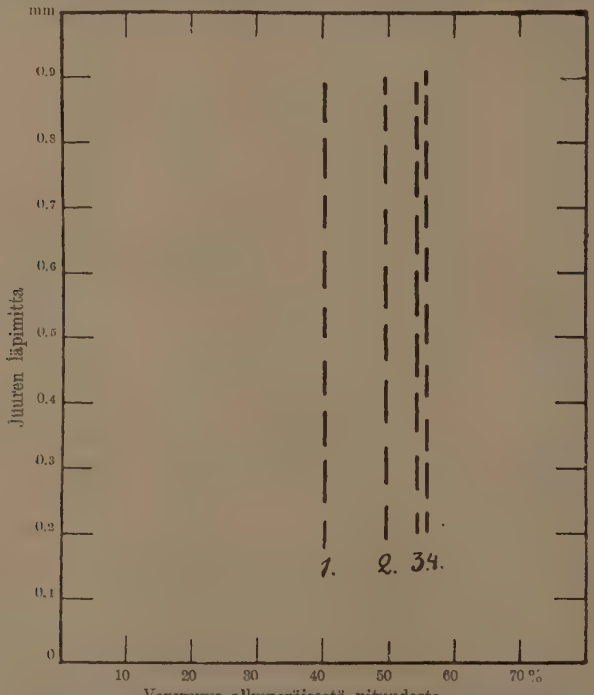
kuin jälkimmäisissäkin erottaa useita ryhmiä, niin ei ole syytä jakaa juuria ensinnä kahteen luokkaan ja sitten alaryhmiin, vaan jo heti ulkonäön perusteella jaoitellaan juuret lopullisiin luokkiinsa. Vaikka nytkin juurien laatuun katsoen on paljon suurempia eroavaisuuksia eri juurien välillä, tullaan toimeen kuitenkin 6:lla juuriluokalla kuten aikaisemminkin.



Kuva 4. Iisalmen rukiin juurien venyminen syksyllä (Y.).

1. Tähän ryhmään kuuluvat lyhyet ja vahvatyviset jäykät tukijuuret (taulu IV, kuva 1), jotka usein, etenkin kesäkauden loppupuolella, ovat syntyneet ylhäällä korren alemmissa solmuissa, joten ne eivät aivan heti ylety maahan. Osa näistä juurista kesäkauden loppuosalla haarautuu, mutta yleensä juuret ovat lyhyitä, 2—7 cm, enintään 12 à 16 cm pitkiä. Väriltään ovat ilmassa olevat osat vihreitä tai vaaleankeltaisia, rukiin tiheyden mukaan, joka vaikuttaa valon pääsyyn korsien tyvelle.

2. Tähän luokkaan kuuluu myöskin jäykkätyvisiä tukijuuria (taulu IV, kuva 2). Ne ovat pitempiä ja valkeita, sillä ne kasvavat koko pituudeltaan maan sisässä. Jäykän osan pituus vaihtelee 1–4 cm:iin ja tämäkin osa on erittäin karvainen. Juuret ovat yläosastaan erittäin vahvoja (2 mm) ja ohenevat vähitellen latvaan päin. Tehtävältään ne ovat samanlaatuisia kuin edelli-

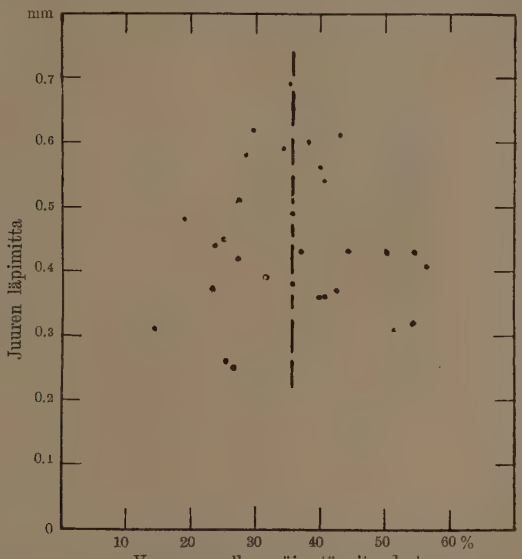


Kuva 5. Eri ruislaatujen juurien venyminen keskimääräisesti syksyllä (Y.).
1. Petkus, 2. Vaasan ruis, 3. Ostolan ruis ja 4. Iisalmen ruis.

setkin, siis tukijuuria. Kuitenkin juurien pituudesta ja niiden runsaasta haarautumisesta voi päättää, että niiden tehtävänä on jossakin määrässä ravinnonotto.

3. Tähän luokkaan kuuluu tyveltään paksuja ja jäykkiä juuria, vaikka niiden jäykkä osa on lyhyt, enintään 1 à 2 cm. Tämä osa on myös erittäin karvainen. Alempana juuri on ohut, tasavahva ja verraten haarainen. Väri on yleensä keltainen. Juuret ovat ravinto-tukijuuria (taulu IV, kuvat 3–5), joten niiden tehtävänä on sekä ravinnon kuljetus että korren tukeminen.

4. Tämän ryhmän juuret ovat tasavahvoja, verraten ohuita, erittäin runsaasti haaraisia. Väriltään ne ovat keltaisia tai tumman keltaisia ja loppukaudesta jäykän joustavia. Ryhmään kuuluu syksyllä muodostuneita ravintojuuria (taulu IV, kuvat 6—12), joiden kuoriosa on osittaen kulunut pois ja keväällä muodostuneita ravintojuuria, jotka kauden lopulla tulevat enemmän tai vähemmän ryppyisiksi, mikä johtunee etenkin kuoriosan solujen kutistumisesta (vrt. taulu IV, kuva 8).



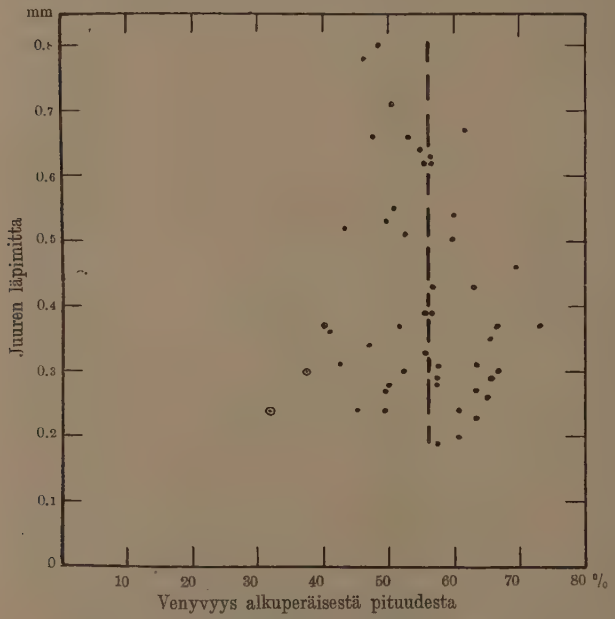
Kuva 6. Petkuksen juurien venyminen syksyllä (Tikkurilassa kasvatettu ainoisto = T.).

5. Luokan juuret ovat tasavahvoja, verraten ohuita ja tumman keltaisia. Haaraisuus on verraten pienei, siellä täällä jokunen haara. Kauden alkuaikana ovat tähän luokkaan kuuluvat juuret pehmeitä, mutta kauden loppupuolessa jo verraten jäykkiä, joustavia, mutta ei kuitenkaan tikkumaisen kovia. Tämän luokan juuret kuuluvat pääasiallisesti samoihin muotoryhmiin kuin edellisenkin, lisäksi voidaan tavata jokin itämisjuurikin (taulu IV, kuvat 13—14).

6. Kaikki juuret, joissa ei ole huomattu mitään elontoimintaa, on viety tähän luokkaan. Ne ovat yleensä tummankeltaisia, joskus aivan mustankeltaisia, pääasiallisesti haarattomia ja

yleensä ohuempia kuin edellämainitut luokat. Juuret voivat olla joko ravinto- tai itämisjuuria.

Juurien jakautumisesta eri luokkiin mainittakoon, että 1:seen luokkaan kuuluu juurista suurin osa, eli n. puolet kaikista juurista. Toisen luokan juuria on myös verraten runsaasti, 3:nnen, 4:nnen ja 5:nnen luokan juuria on vähemmän.



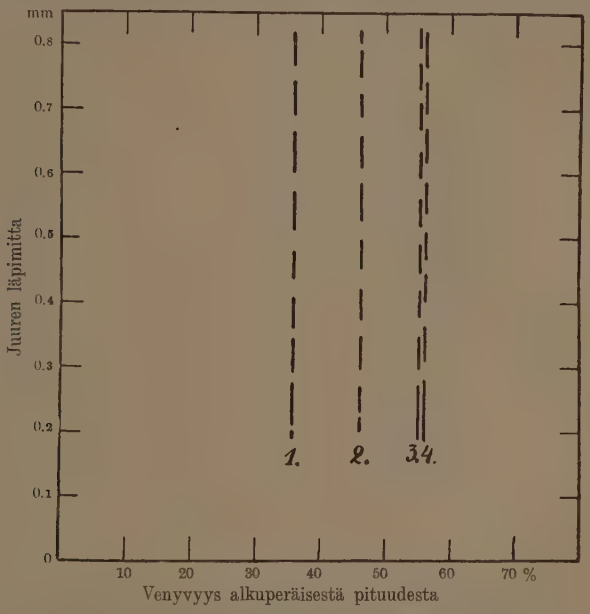
Kuva 7. Iisalmen rukiin juurien venyminen syksyllä (T.).

IV. Eri ruislaatujen talvehtimisesta.

Havainnot versojen ja juurien talvehtimisesta. — Venytystutkimusten yhteydessä tehtiin huomioita versojen talvehtimisesta sekä myöskin yksityisten juurien talven yli säilymisestä. Nämä havainnot eivät ole kuitenkaan aivan yhdenmukaisia, mikä johtuu siitä, että alussa ei tällaisten havaintojen luultu tulevan kysymykseen, joten alussa tehdyt havainnot eivät olleet niin täydelliset kuin myöhemmät. Huolimatta näistä puutteellisuuk-

sista joissakin havainnoissa, ne antavat kuitenkin todennäköisen kuvan eri laatujen talvehtimisesta.

Versojen talvehtimista tutkittiin keväällä heti roudan sulattua, jolloin ei enää vahingollisia yökylmiä sattunut. Kylvörivistä otettiin kaikki määrätyllä matkalla kasvavat ruisyksilöt, jotka sitten huuhdottiin puhtaiksi maasta ja tutkittiin, kuinka monta versoa kussakin yksilössä oli elävää ja kuinka monta kuol-



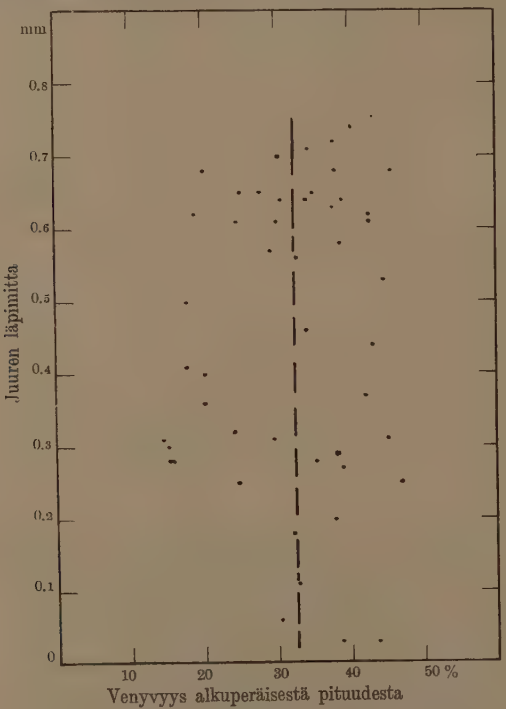
Kuva 8. Eri ruislaatujen juurien venyminen keskimääräisesti syksyllä (T.).
1. Petkus, 2. Vaasan ruis, 3. Ostolan ruis, ja 4. Iisalmen ruis.

lutta. Sen lisäksi tehtiin havaintoja yksilön kaikkien lehtien talvehtimisesta, siten että aivan vahingoittumattomille lehdille, siis sellaisille, joilla oli erittäin kirkas, terve, sinivihreä väri, annettiin arvo 5 ja sellaisille, joilla lehdet olivat jollakin tavalla vikaantuneet, ei kuitenkaan kasvitautien vuoksi, annettiin pienempi arvo sen mukaan, kuinka suuressa määrässä talvehtimismista esiintyi. Tällöin saatiin Petkukselle lehtien talvehtimisarvoksi 3.8, Vaasan rukiille 3.9, Ostolan rukiille 4.5 ja Iisalmen rukiille 4.8.

Versojen tarkastelu osoitti, että Petkuksen versot ovat arim-

mat ja sitten seuraa järjestyksessä Vaasan ruis, Ostolan ruis ja parhaiten talvehtinut Iisalmen ruis, siis sama järjestys kuin aikaisemmissakin talvehtimista osoittavissa havainnoissa.

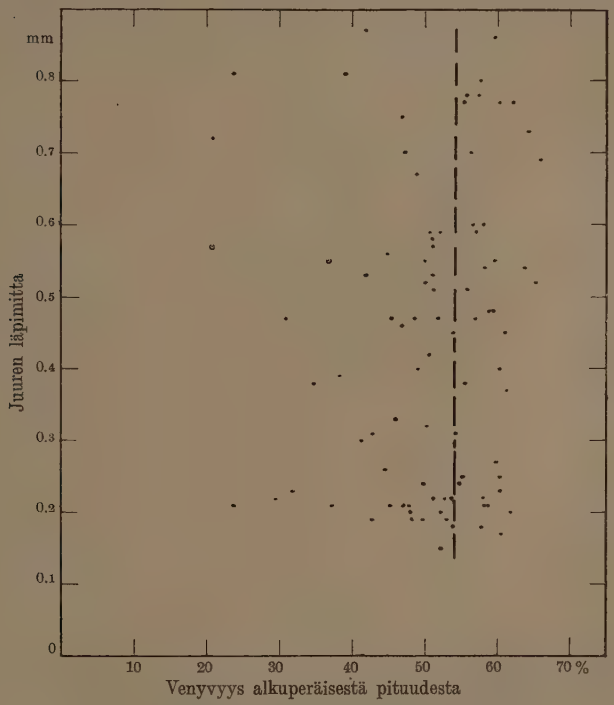
Juurien talvehtiminen. Aikaisemmin esitetyssä kevätkauden juuriluokituksessa erottuivat syksyllä muodostuneet juuret kolmeen viimeksimainittuun juuriluokkaan. Kun tarkastetaan eri ruislaatujen juurien jakautumista mainittuihin luokkiin, huoma-



Kuva 9. Petkuksen juurien venyminen talvella (Y.).

taan, että *talven yli eläneitä juuria* Iisalmen rukiilla on enimmän ja sitten seuraa Ostolan ruis, Vaasan ruis ja Petkus. *Kuolleita juuria,* jotka johtuvat roudasta, on enimmän Petkuksella, sitten Vaasan rukiilla, senjälkeen seuraa Ostolan ruis ja lopuksi Iisalmen ruis. *Katkenneita juuria on* enimmän Petkuksella, sitten Vaasan rukiilla, Ostolan rukiilla ja lopuksi Iisalmen rukiilla. Siis tässäkin on Iisalmen ruis osoittanut parempaa talvenkestä-

vyyttä kuin muut laadut. Tätä lähinnä tulee Ostolan ruis, sitten Vaasan ruis ja lopuksi Petkus, kaikki samassa järjestyksessä kuin aikaisemmin tehdyissä talvehtimishavainnoissa.



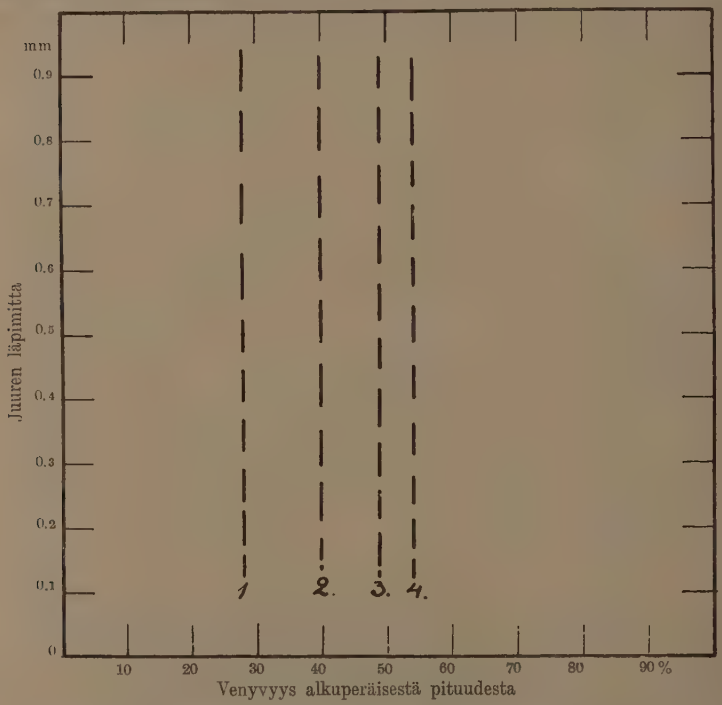
Kuva 10. Iisalmen rukiin juurien venyminen talvella (Y.).

V. Juurien venyvyys.

Kun ryhdyttiin tutkimusta suorittamaan, eivät tutkimuksen alkupuolen havainnot — kuten yleensä on laita uusissa tutkimuksissa — tulleet niin perusteelliset kuin myöhäisemmät, siitä syystä, ettei työn laatua ja etupäässä juurien luokitusta voitu suorittaa tarpeeksi perusteellisesti. Syksyllä 1926, jolloin venytystutkimukset aloitettiin, ei eri juurien välillä ollut niin suuria eroavaisuuksia, että heti olisi huomattu tulevan kysymykseen

jonkinlaisen luokituksen, vaan kaikki juuret käsiteltiin yhdessä. Tämän vuoksi puuttuu syksyistä samoin kuin talvisista mittauksista juurien luokittelu.

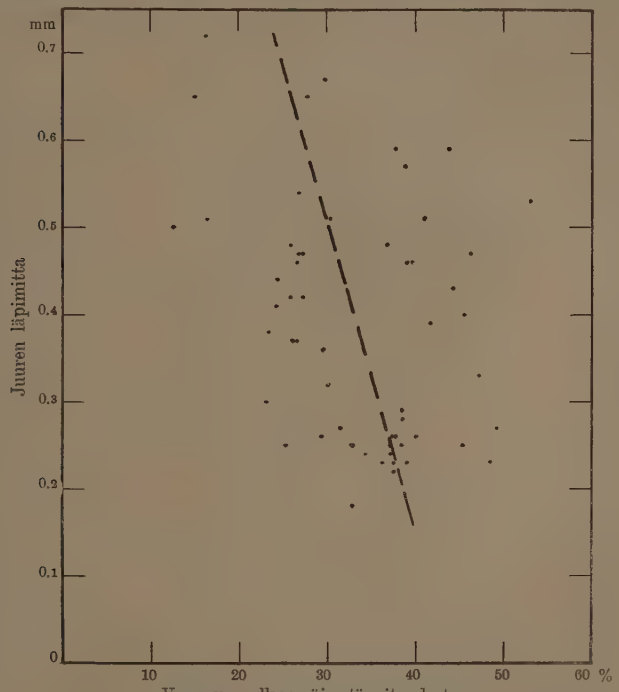
Venyvyys syyskautena. — Venytystutkimukset aloitettiin lokakuun 10 p:n seuduilla ja jatkuivat niin kauan kuin maa oli sulana eli joulukuun alkupäiviin. Aluksi suoritettiin mittaukset



Kuva 11. Eri ruislaatujen juurien venyminen keskimääräisesti talvella (Y.).
1. Petkus, 2. Vaasan ruis, 3. Ostolan ruis ja 4. Iisalmen ruis.

kasvitieteellisessä puutarhassa kasvatetulla aineistolla ja sen jälkeen Tikkurilassa Maatalouskoelaitoksella kasvatetulla aineistolla. Kutakin laatua venytettiin keskimäärin 50 à 100 kpl. useiden yksilöjen juuria. Tulokset näistä nähdään seuraavissa piirroksissa. Tähän on otettu vain kahden äärimmäisen laadun, nim. Petkuksen ja Iisalmen rukiin mittausten tulokset. Kuten kuvassa 3 nähdään, on venyvyys keskimäärin Petkuksella 40 % juuren alkuperäisestä pituudesta, ja Iisalmen rukiilla, jota koskevat veny-

tystulokset nähdään kuvassa 4, se on 56 % juuren alkuperäisestä pituudesta. Kun yhdistetään kaikkien neljän laadun keskimääräiset venyvyyskäyrät yhteen piirrokseen, saadaan piirros 5, josta huomataan, että mainitut ruislaadut asettuvat toistensa suhteen niin, että Vaasan ruis ja Ostolan ruis sijoittuvat edellä mainittujen väliin, kuitenkin niin että Ostolan ruis tulee aivan lähelle Iisal-



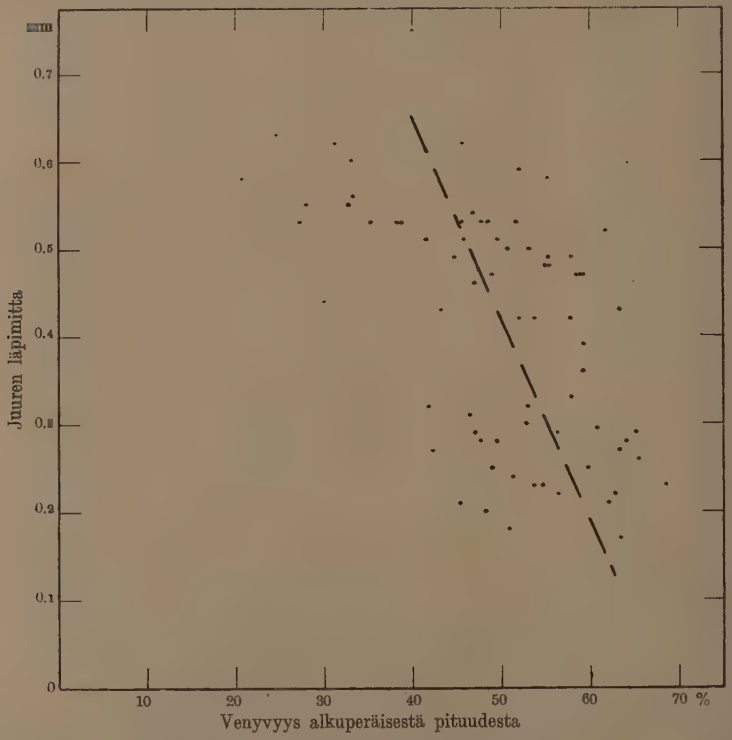
Kuva 12. Petkuksen juurien venyminen talvella (T.).

men ruista. Kuvat 6—8 esittävät Tikkurilan aineistosta saadut tulokset. Kuten nähdään, ovat tulokset täysin yhtäpitäviä edellämainittujen, kasvitieteellisessä puutarhassa kasvatetusta aineistosta saatujen tulosten kanssa. *Tulokseksi siis saadaan, että jokaisella ruislaadulla todennäköisesti on oma, sille laadulle ominainen juurten venyvyys ja että ruislaatujen juurten venyvyydet syksyllä eroavat suuresti toisistaan.*

Edellisen lisäksi tutkittiin vielä, miten venyvyys vaihtelee saman juuren eri paikoissa. Näistä tutkimuksista oli tuloksena,

että *venyvyys pienenee suhteellisesti kärkeen päin ja on aivan juuren kärjessä hyvin pieni.*

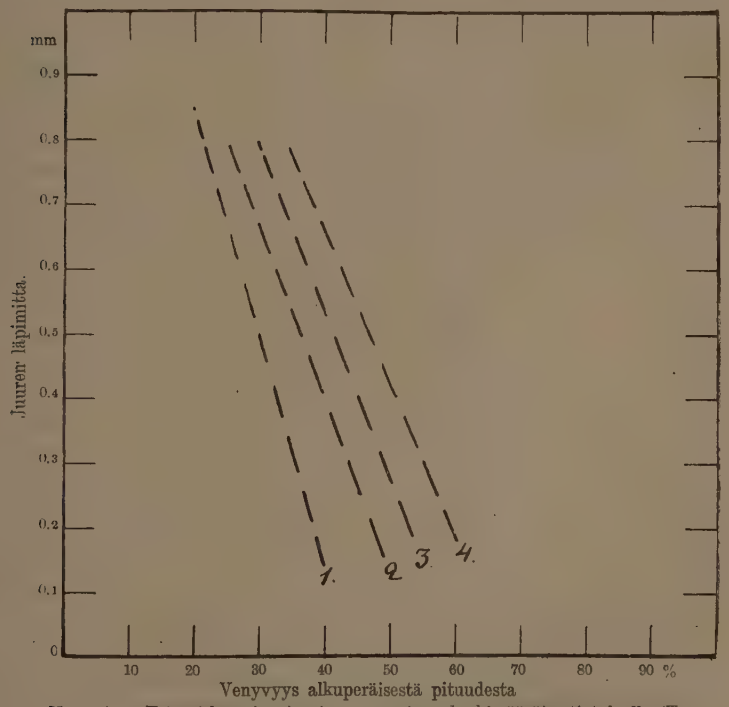
Venyvyys talvikautena. — Talvella aloitettiin venytysmittaukset helmikuun alussa ja ne jatkuivat aina huhtikuun 10 p:ään, jona aikana mitattiin samalla tavalla kuin syksyllä kaksi sarjaa, nim. toinen kasvitieteellisessä puutarhassa kasvatetusta aineis-



Kuva 13. Iisalmen rukiin venyminen talvella (T.).

tosta ja toinen Tikkurilassa kasvatetusta. Saadut tulokset esitetään tässä samaten kuin edellisessä graafisesti. Kuva 9 esittää Petkuksesta (kasvitieteellisessä puutarhassa kasvatettu) saadut tulokset. Siitä huomataan, että venyvyys on tuntuvasti pienempi kuin syksyllä ja että yksityiset tapaukset hajaantuvat enemmän kuin syksyllä. Tämä johtuu roudan vaikutuksesta. Keskimäärin

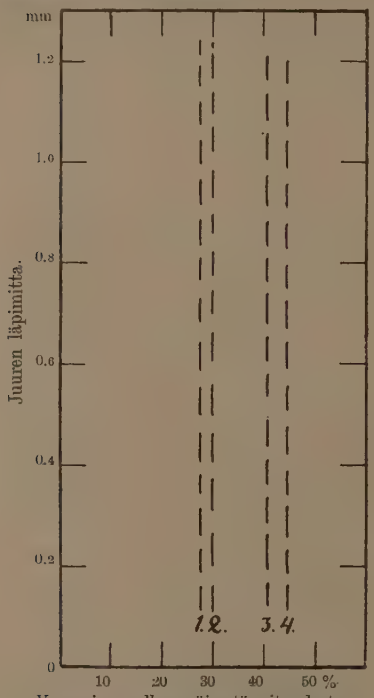
on Petkuksen venyvyys 27.5 % alkuperäisestä pituudesta. Vastaava Iisalmen rukiin venyvyys oli taas 54 %, (kuv. 10); muuten huomataan tässäkin, että venyvyys yleensä on pienempi ja havaintojen hajaantuvaisuus suurempi kuin syksyllä. Jos tutkittujen neljän laadun venyvyyden keskiarvot yhdistetään samaan piirrokseen (kuva 10), huomataan, että toiset laadut, nim. Vaasan



Kuva 14. Eri ruislaatujen juurien venyminen keskimääräisesti talvella (T.).
1. Petkus, 2. Vaasan ruis, 3. Ostolan ruis ja 4. Iisalmen ruis.

ruis ja Ostolan ruis, asettuvat edellämainittujen äärimmäisten laatujen väliin samalla tavalla kuin syksyllä. Vielä voidaan mainita, että roudan vaikutuksesta kaikissa laaduissa tavataan hyvin huonosti venyviä juuria. Tikkurilan aineistosta saadut tulokset olivat edellisen kanssa yhtäpitävät (kuvat 12—14). Ne kuitenkin erosivat siinä, että ohuemmat juuret venyivät enemmän kuin vahvemmat, joten keskiarvo-viiva tuli kallistumaan vasemmalle.

Kallistuminen oli Iisalmen rukiilla (kuva 14) suurempi kuin muissa ja Petkuksella pienin. Edellinen osoittaa, että *eri ruislaaduilla on talvellakin eri suuri venyvyys ja että se on keskimäärin 5 à 10 % pienempi kuin syksyllä, mikä pieneminen johtuu roudan aiheuttamasta venytyksestä.*



Kuva 15. Eri ruislaatujen juuren veny-minen keskimääräisesti heinäkuussa (Y.). 1. Petkus. 2. Vaasan ruis, 3. Ostolan ruis ja 4. Iisalmen ruis.

Edellisen lisäksi, samoin kuin syyskautenakin, tutkittiin venyvyyttä saman juuren eri kohdissa. Tuloksena voidaan mainita, että *talvikautena ei ollut niin suurta eroa venyvyydellä juuren eri kohdissa kuin syksyllä, mikä johtunee siitä, että juuren tyviosat ovat joutuneet routineessa maassa suuremman venytyksen alaisiksi kuin kärkiosat.*

Venyvyys keväällä. — Keväällä aloitettiin venytystutkimukset huhtikuun lopussa ja niitä jatkui toukokuun loppuun asti. Näiden tutkimusten tulokset osoittivat, että Petkuksen venyvyys oli pienentynyt erittäin tuntuvasti. Iisalmen maatiaisruis oli myös menettänyt osan venyvyyttään, verrattuna aikaisempiin tuloksiin. Tässä ei ole syytä lähemmin syventyä eri juuriluokkien venyvyyksiin, mainittakoon vain, että on huomattavia eroja eri juuriluokkien välillä, siten että nuoremmat juuriluokat venyvät yleensä vähemmän kuin vanhemmat. Kaikkien neljän laadun venytystulokset, niin Tikkurilan kuin yliopiston puutarhan aineistoista, ovat yhtäpitävät. *Eri laadut asettuvat samaan järjestykseen kuin aikaisemminkin ja venyvyyden keskiarvot ovat tuntuvasti pienemmät kuin talvella, mikä osoittaa, että keväinen routa on juurten venyvyyttä vielä suuresti pienentänyt.*

Saman juuren eri paikoissa suoritetuista venytysmittauksista mainittakoon tuloksena, että yleensä *juuren tyviosan venyvyys oli pienempi kuin juuren kärjempien osien, mikä johtuu siitä, että keväinen pintaroutа on juuren tyviosan venyttänyt melkein venyvyyden rajalle asti, jota vastoin routan vaikutus ei ole ulottunut juuren kärkiosiin.*

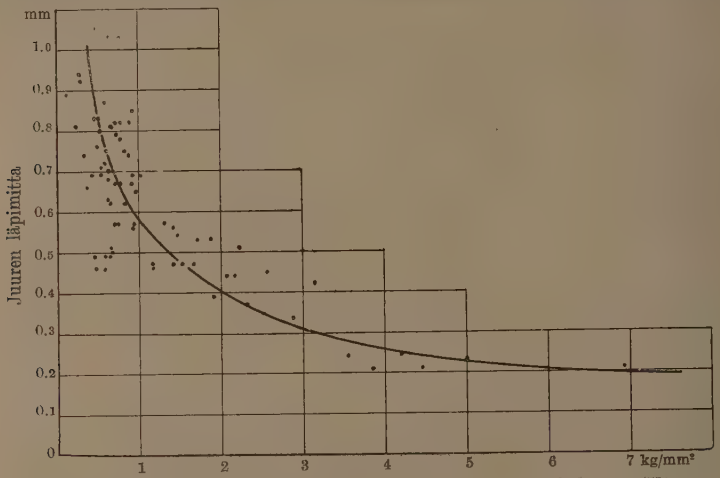
Venyvyys kesäkautena. — Kesäkautena suoritettiin kaksi venytyssarjaa, nim. heinäkuun ja elokuun alussa. Tuloksina näistä on mainittava, että keskimäärin eri ruislaatujen välinen venyvyysero on vielä säilynyt (kuva 15), vaikkakin erot ovat suuresti pienentyneet. Juuriluokkien välillä on myös tuntuvia eroavaisuuksia venyvyyksissä. Ensimmäisessä juuriluokassa yleensä on venyvyys pieni, koska luokan juuret ovat kankeita tukijuuria, samoin venyvyys on verraten pieni toisessa juuriluokassa samasta syystä. Suurin se on 3 ja 4 ja myös 5 juuriluokassa. Venyvyys on myös pieni 6 luokan juurilla, sillä tässä luokassa juuret ovat jo lakastuneet.

Saman juuren eri kohtien venyvyydessä on huomattavissa kesäkautena epäsäännöllisyyttä.

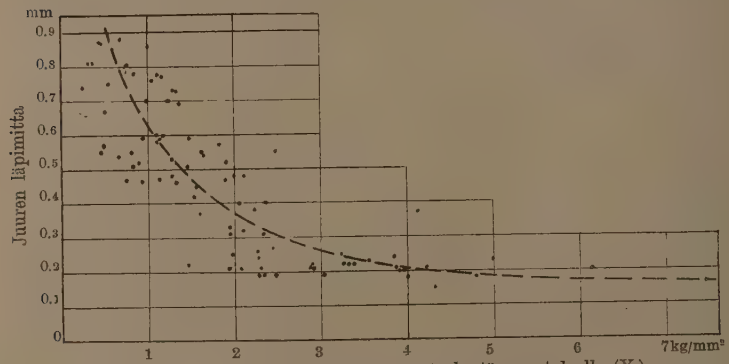
Vertailuja syysviljan ja kevätviljan juurien venyvyyksien välillä. — Vertailua varten kevät- ja syyviljojen juurien venyvyyksien välillä kasvatettiin 3 ohra- ja 3 kauralaatua rinnan Petkuksen ja Iisalmen rukiin sekä kaskirukiin kanssa. Sanotut viljat kylvettiin 5 p:nä kesäkuuta. Venytysmittauksia suoritettiin kaksi sarjaa, nim. heinäkuun ja elokuun alussa. Tuloksista mainittakoon, että kevätviljan yleensä — niin ohran kuin kaurankinjuuret osoittivat paljon pienempää venyvyyttä kuin rinnalla kasvaneet syysviljain, vaikkakin viime mainituilla oli toisenlaiset olosuhteet kasvukautena kuin niiden varsinaisena kasvukautena. Ohralaaduilla oli yleensä juurien venyvyys keskimäärin 30 % tai alle ja kauralaaduilla jotenkin sama, ehkä vähän pienempi. Petkusrukiin juurien venyvyys oli 40 %, Iisalmen rukiin 52 % ja kaskirukiin n. 60 %. Näistä tuloksista huomataan, *että juurien suuri venyvyys on syysviljan juurille ominaista, ja tämä onkin luonnollista, sillä tätä juurien ominaisuutta syysvilja talvehtiessaan tarvitsee,* jotvastoin sillä kevätviljan juurille on paljoa vähäisempi merkitys.

VI. Juurien venytyskestävyys.

Venytyskestävyydellä tarkoitetaan sitä voimaa, joka tarvitaan juuren venyttämällä katkaisemiseen. Se laskettiin mm²:iä kohti ottaen huomioon juuren koko poikkileikkaus. Myöhemmin on se



Kuva 16. Petkuksen juurien venytyskestävyys (lujuus) toukokuussa (Y.)



Kuva 17. Iisalmen rukiin juurien venytyskestävyys talvella (Y.).

vielä laskettu ottaen huomioon vain juuren keskusjäteen pinta-ala. — Venytyskestävyys oli yleensä eri vahvuisilla juurilla aivan eri suuri. Yleisenä sääntönä on, että ohuimman juuren lujuus saattaa lähetä 6 à 8 kiloa mm²:iä kohti, jotavastoin paksu juuri kestää ainoastaan vajaan kilon mm²:iä kohti (vrt. kuva 16 ja 17).

Eri ruislaatujen välillä myös on tuntuva ero. *Petkus on huonoin ja Iisalmen ruis lujin. Vaasan ruis ja Ostolan ruis asettuvat näiden laatujen välille.*

Kasvukauden eri aikoina on juurten venytyskestävyys myös eri suuri. Tässä näyttää olevan sääntönä, *että juurten lujuus keskimääräisesti kasvaa kasvukauden kuluessa ja on suurin rukiin kypsymisaikana.* Eri juuriluokissa on lujuus kasvukauden eri aikoina jonkin verran poikkeava.

Saman juuren eri osissa on lujuus kaikkina kehityskausina suurin yläosassa ja pienenee juuren latvaa kohti. Joskus on todettu joku vähäinen poikkeus tästä säännöstä.

Samoin kuin tehtiin vertailuja syysviljan ja kevätviljan juurien venyvyyksien välillä, suoritettiin myös vertailuja samojen viljalajien juurien venytyskestävyyksien välillä ja tultiin huomaamaan, *että yleensä syysviljan juuret ovat paljon lujempia kuin kevätviljan.*

VII. Katsaus ruislaatujen talvehtimisen ja niiden juurien venyvyyden ja kestävyyden väliseen suhteeseen.

Edellä selostetuista ruislaatujen talvehtimishavainnoista huomattiin, että tutkimuksen alaisista ruislaaduista on Petkus huonoimmin ja Iisalmelainen parhaiten talvenkestävä. Kaksi muuta laatua asettuu niiden väliin. Näille eri laaduille saatiin samoista havainnoista n. s. talvehtimisarvot, jotka tässä toistettakoon:

Ruislaatu	Tikkurilan Maatalouskoelaitoksen havaintojen mukaan	Omien havaintojen mukaan	
		Iisalmella	Kasvitieteellisessä puutarhassa
	1925—26	1925—26	1926 -27
Petkus	7.4	1.8	4.0
Vaasan ruis	7.7	4.5	6.5
Ostolan ruis	8.8	—	10.0
Iisalmen ruis	9.8	10.0	10.0

Jos edellä esitettyjä arvoja ja järjestystä verrataan vastaaviin venyvyys- (ja venytyskestävyys-) prosentteihin syksyllä ja

talvella sekä myös muina kasvukauden aikoina, huomataan, että ruislaatujen talvehtimiskyky on suorassa suhteessa niiden juurien venyvyyteen (ja myös venytyskestävyyteen), siten *että talvenkestävällä laadulla on erittäin venyvät ja kestävät juuret ja päinvastoin, ja että huonosti talvehtivalla laadulla on vähemmän venyvät ja huonommin kestävät juuret. Tästä johdutaan siihen, että ruislaatu, jolla on erittäin venyvät ja kestävät juuret, on myös talvenkestävä.* Tämän mukaan todennäköisesti voitanee talvenkestävyyttä tutkia vertaamalla tutkittavan ruislaadun juurien venyvyyttä varmasti talvenkestävän laadun juurien venyvyyteen ja tästä vertailusta päättää edellisen mukaan, onko tutkittava laatu talvenkestävä vai ei, tarvitsematta kasvattaa useita sukupolvia ja päätellä sen maanpäällisistä osista sen talvenkestävyyttä, mikä monen vaikuttavan seikan vuoksi on vähemmän varmaa.

Kuitenkin on vielä yllä esitetyn menetelmän varmistamiseksi ja selventämiseksi selvitettävä monta tämän kysymyksen yhteydessä olevaa ja siihen vaikuttavaa seikkaa. Tällaisista ensikädessä tärkeistä seikoista on mainittava rukiin *kasvun rehevyys*. Nykyisten havaintojen mukaan ovat rehevien laihojen juuret vähemmän venyviä kuin matalakasvuisten laihojen. Myöhemmän tarkemman tutkimuksen on tämä kysymys selvitettävä. Samoin on tärkeää tietää, miten *kylvöaika, kasvupaikan laatu ja sen lannoitus sekä myös siemennystapa* vaikuttavat edellämainittuihin juurien ominaisuuksiin.

Helsinki, lokakuussa 1927.

Taulujen selitys.

Mikrovalokuvauksessa käytetty suurennus oli tavallisesti 48 kertainen.

Taulu I. Juurimuodot.

Kuvat 1—4. Itämisjuurien poikkileikkauksia.
Kuvat 5—7. Ravintojuurien poikkileikkauksia.
Kuvat 8—9. Ravinto-tukijuurien poikkileikkauksia.
Kuva 10. Tukijuuren poikkileikkaus (suurennus $^{40}/_{1}$).

Taulu II. Rukiin juurien poikkileikkauksia talvikautena.

Kuvat 1—4. Itämisjuuria.
Kuvat 5—10. Nuoria ravintojuuria.
Kuvat 11—13. Vanhempia ravintojuuria, joissa on huomattavissa roudan vaikutuksesta irtautunut kuoriosa.

Taulu III. Rukiin juurien poikkileikkauksia kevätkautena (10. V. 17).

Kuvat 1—2. Uusia, keväällä muodostuneita ravintojuuria.
Kuvat 3—8. Talvehtineita ravintojuuria, joissa kuoriosa on roudan vaikutuksesta irtautunut keskusjänteestä.
Kuva 9. Itämisjuuri.

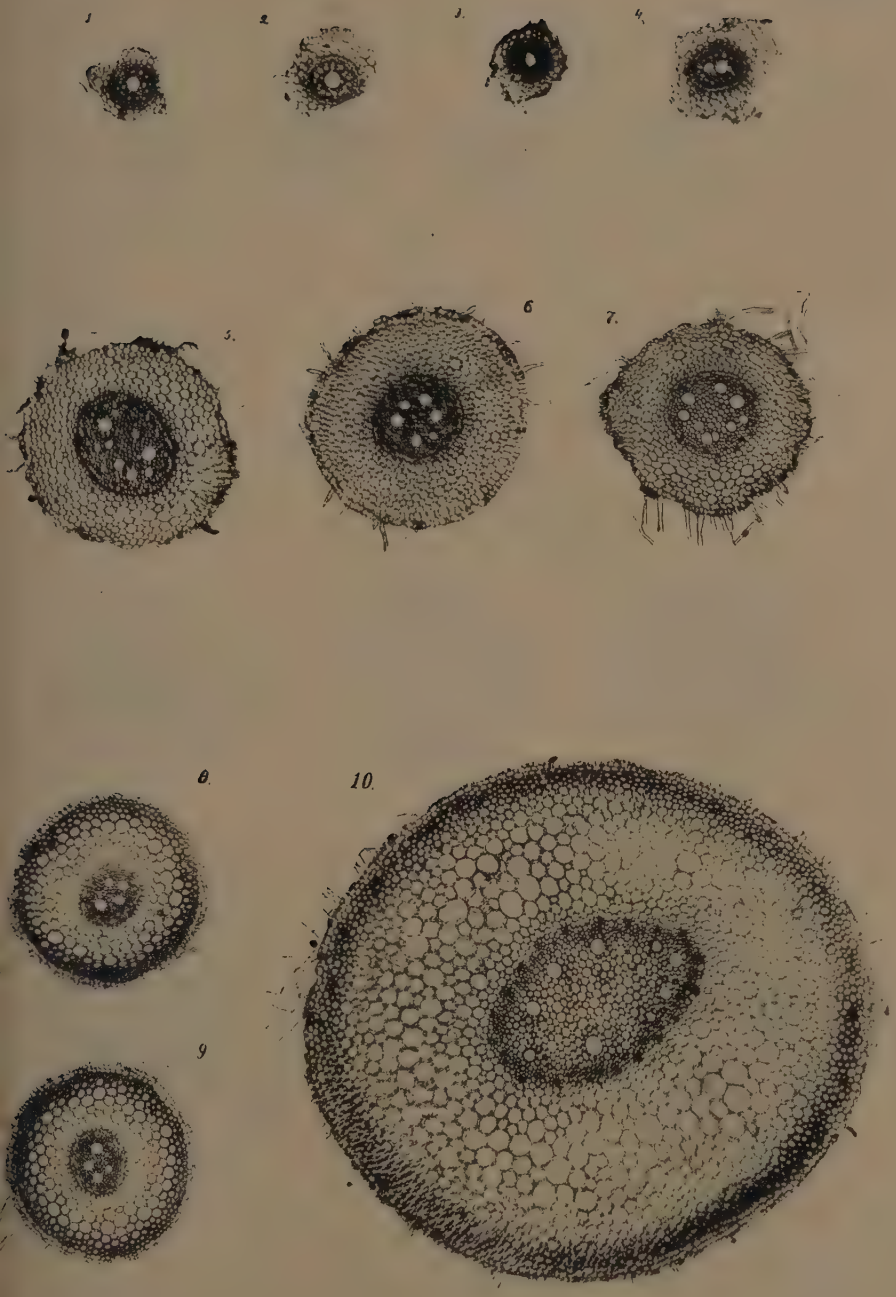
Taulu IV. Rukiin juurien poikkileikkauksia kesäkautena (1. VIII. 27).

Kuvat 1—2. Tukijuuria (kuvassa 1 suurennus $^{40}/_{1}$).
Kuvat 3—5. Ravinto-tukijuuria.
Kuvat 6—7. Keväällä muodostuneita ravintojuuria.
Kuvat 8—11. Talvehtineita ravintojuuria.
Kuvat 12—13. Itämisjuuria.

Taulu V. Vehnän juurien poikkileikkauksia kevätkaudella.

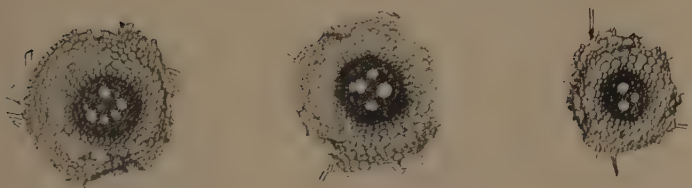
Kuvat 1—3. Uusia, keväällä muodostuneita ravintojuuria.
Kuvat 4—5. Talvehtineita ravintojuuria, joissa roudan vaikutus on huomattavissa.
Kuva 6. Itämisjuuria.

TAULUT

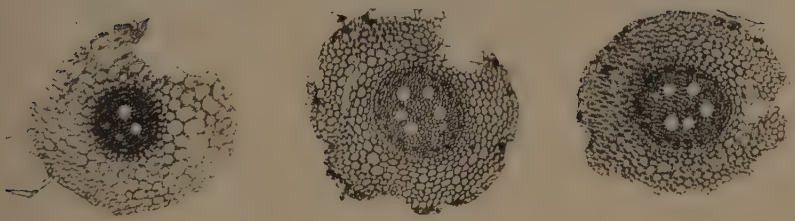

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

1 - 4.

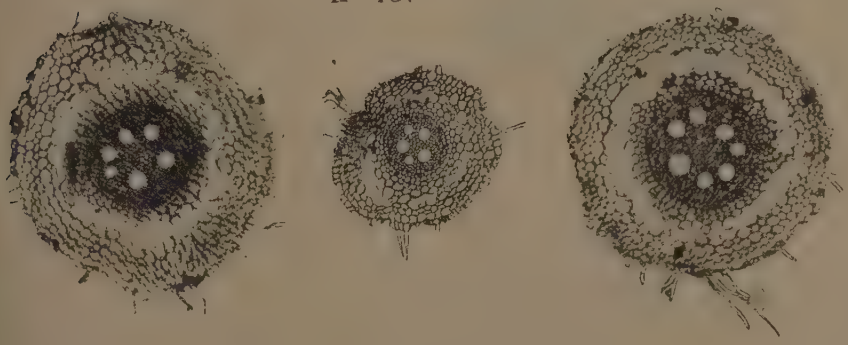
5 - 7.

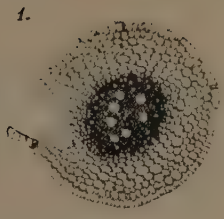


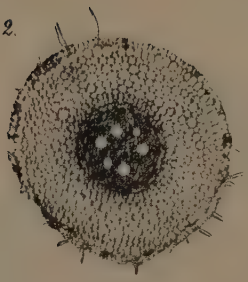
8 - 10.

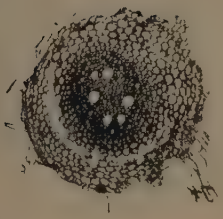


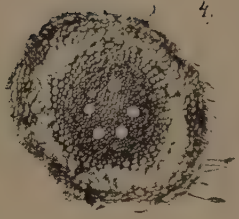
11 - 13.

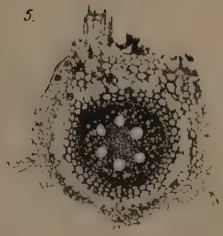


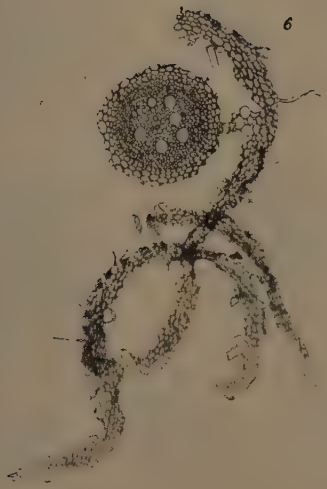

1.

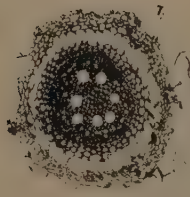

2.

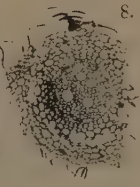

3.


4.

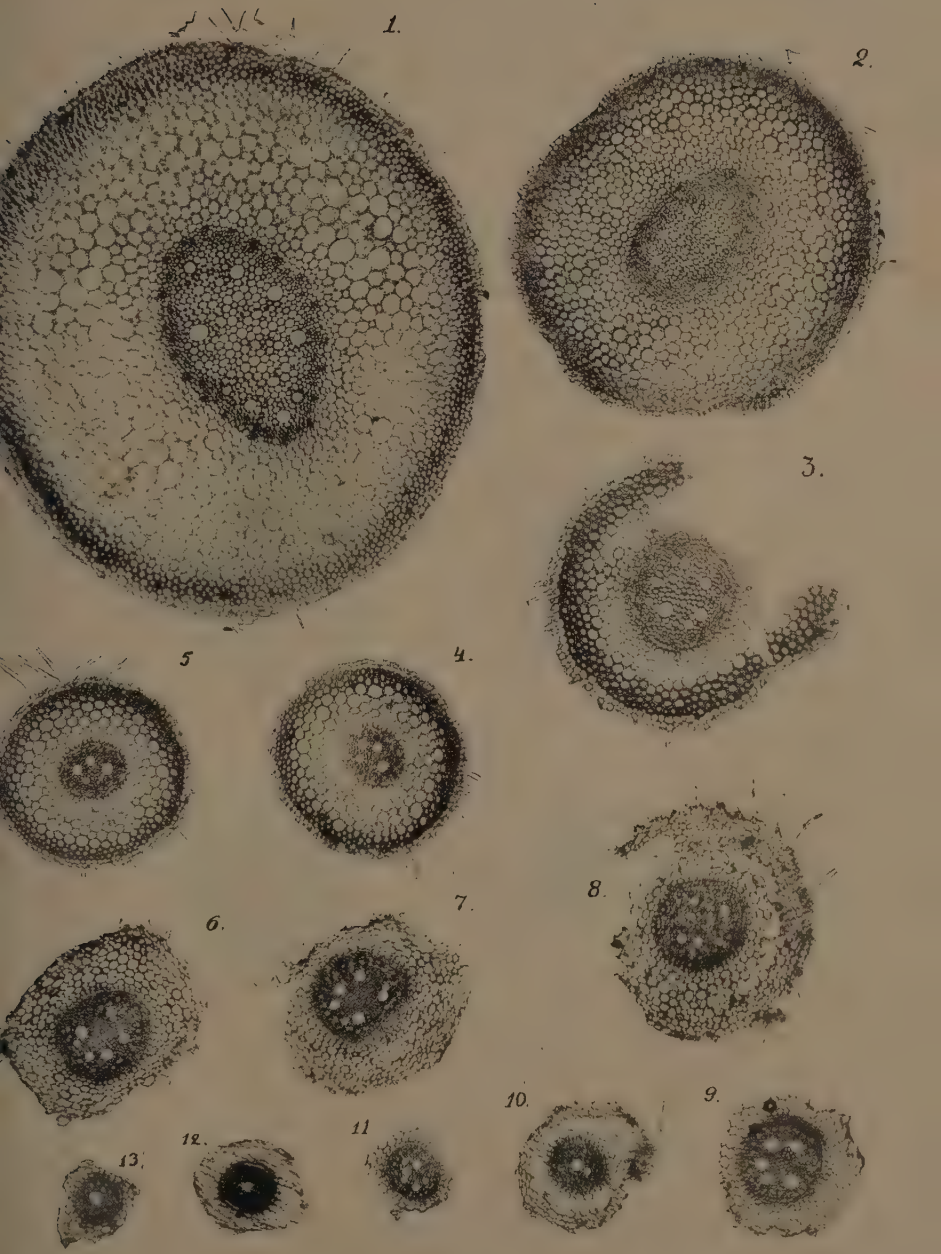

5.


6.

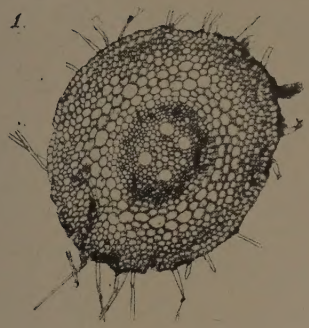

7.


8.

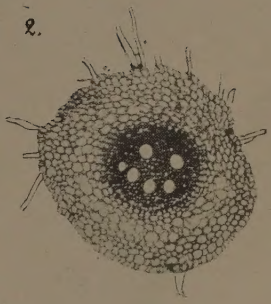
9.


1.
2.
3.
4.
5
6.
7.
8.
9.
10.
11
12.
13.

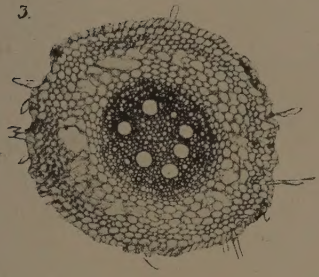
1.



2.

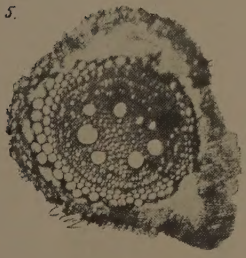
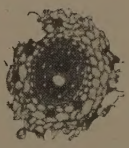


3.



4.

5.



6.